



La oceanografía física en el Mediterráneo español, desde 1907

El interés por el conocimiento del mar ha estado presente en todas las épocas, adquiriendo relevancia a medida que la humanidad fue descubriendo en él la respuesta a muchos de sus problemas, ya sea como vía de comunicación o fuente de recursos. En un principio, el interés científico estuvo centrado casi exclusivamente en el estudio de la vida en el mar y fue a partir de finales del siglo XIX y a principios del XX, coincidiendo con el desarrollo industrial y tecnológico europeo, cuando se empezó a mostrar interés por aspectos físico-químicos, al poder estudiarlos de manera continuada y sistemática gracias a las nuevas técnicas.

texto José Luis López-Jurado, oceanógrafo físico del Centro Oceanográfico del IEO de Baleares

| 1 | Botella tipo Richard con termómetros de inversión para toma de muestras de agua y temperatura a profundidades determinadas, operada desde el buque *Vasco Nuñez de Balboa* en la bahía de Palma de Mallorca en 1914.

| 2 | Botellas de Knudsen mostrando la posición de abierta (izquierda) y tras el posterior cierre con el mensajero (Fuente: J. Pérez-Rubín, IEO-Málaga).

LA OCEANOGRAFÍA es la ciencia que recoge ese interés a través del estudio de los procesos que se producen en el océano y sus complejas conexiones. Se puede considerar como punto de arranque de la oceanografía moderna las expediciones científicas del *Challenger* (1872-76) y la del *Gazelle* (1874-76), a partir de las cuales se obtuvo una primera descripción general de las condiciones físicas y biológicas de las aguas y fondo de los mares a nivel global.

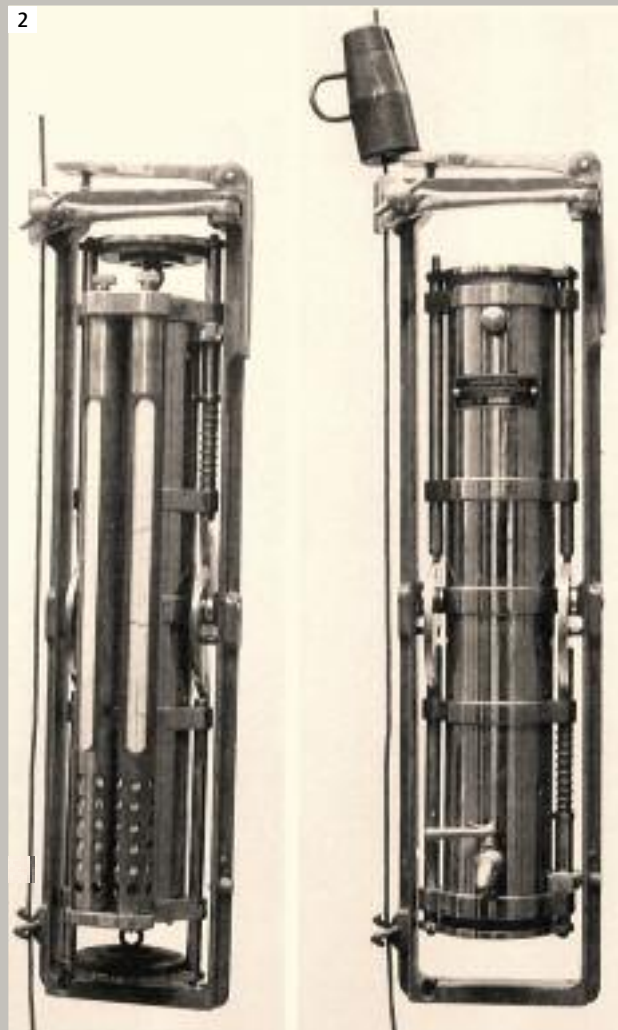
Curiosamente, el Mediterráneo, cuna de civilizaciones, quedó fuera de esas expediciones al ser considerado como un mar marginal. Tuvieron que ser los daneses, con sus expediciones del *Dana* (1908) y del *Thor* (1910), los primeros que lo estudiaran en su conjunto. Esto no quiere decir que los países ribereños no mostraran interés en su estudio. Así, Italia y Francia, y posteriormente Mónaco y España, crearon laboratorios e instituciones con este fin. De esa época data la creación de los laboratorios costeros de Santander (1886), Baleares (1906) y Málaga (1908), que finalmente se integrarían al fundarse el Instituto Español de Oceanografía (IEO) en 1914.

El Decreto fundacional del IEO de 1914 y su Reglamento de 1929 hacía hincapié en que los estudios y trabajos de esta institución estaban dirigidos hacia la explotación y preservación de los recursos marinos, razón por la que la mayoría de estos estudios estuvieron orientados hacia estudios biológicos relacionados con la pesca. Aun así, en el Reglamento se reconocía y reforzaba el carácter multidisciplinar de los mismos.

Por lo tanto, la oceanografía española tiene poco más de un siglo de andadura. Hace menos de tres años se celebraba el centenario de la inauguración en Portopí del edificio que albergó el Laboratorio Biológico de Baleares, el predecesor del actual Centro Oceanográfico de Baleares del IEO, y este año le toca centenario al de Málaga, protagonistas ambos de las pioneras investigaciones sobre la oceanografía física del Mediterráneo español.

Los primeros pasos

Una de las características generales de la investigación oceanográfica ha sido su dificultad y alto coste, lo que generalmente se ha traducido en una escasez de medios, a lo que se suma una débil implantación en el mundo



LOS PRIMEROS TRABAJOS DE FÍSICA ESTUVIERON DIRIGIDOS AL ESTUDIO DEL RÉGIMEN TÉRMICO DE LA BAHÍA DE PALMA DE MALLORCA, SIENDO LLEVADOS A CABO POR RAFAEL DE BUEN

académico, con la consecuente falta de personal investigador. Bajo estas premisas se desarrollaron los primeros pasos de nuestra investigación oceanográfica, gozando de una etapa inicial en la que la personalidad y el impulso de Odón de Buen, fundador del IEO, facilitó la tenencia de instalaciones y de equipamiento científico, pero careciéndose del personal suficiente y de las embarcaciones adecuadas.

Así pues, de acuerdo con el Plan de Trabajos Comunes propuesto por el Instituto Oceanográfico de Mónaco para los laboratorios asociados del Mediterráneo

(Joubin, 1910) y siguiendo la normativa de *recogida metódica de datos oceanográficos en estaciones fijas del litoral*, los primeros trabajos de física estuvieron dirigidos al estudio del régimen térmico de la bahía de Palma de Mallorca, siendo llevados a cabo por Rafael de Buen (1907-17). A estos, les siguieron el estudio de sus variaciones salinas y de densidad (1912-16), llevadas a cabo por Frutos A. Gila y continuados por Francisco de Paula Navarro durante el periodo de 1928 a 1934. Las determinaciones de salinidad se realizaban a partir de una muestra de agua por el método de Mohr-Knudsen, y la densimetría, principalmente por refractometría. Entre las primeras publicaciones hay que destacar los frecuentes estudios críticos y comparativos de los diferentes métodos y procedimientos de análisis para su adaptación a las especiales características de la química oceanográfica, llevados a cabo por Emma Bardán (1927), Navarro (1931), Gila, (1933) y Gómez (1936). En esas fechas el régimen térmico solo había sido estudiado sistemáticamente en tres zonas del Mediterráneo Occidental: en Argelia (Bounhiol, 1910), en Mónaco (Rose, 1926, 1928) y Málaga (R. de Buen, 1924).

Paralelamente, en estos primeros años también se llevaron a cabo campañas oceanográficas exploratorias a bordo del *Lacaze Duthiers*, a lo largo de las costas de las islas y en la costa mediterránea de Marruecos, entre 1908 a 1910, y posteriormente con el *Averroes* en la bahía de Málaga y Algeciras. Las más conocidas fueron las del cañonero *Vasco Núñez de Balboa*, durante 1914 y 1915 en las costas de Andalucía, Levante, Cataluña y Baleares, y las del aviso *Giralda*, entre las Baleares y Córcega en 1920. En el transcurso de las mismas se tomaban datos y muestras de todo tipo, principalmente en aguas superficiales y en algunos casos en aguas profundas. En éstas se desarrollaron numerosos trabajos en el archipiélago, entre los que hay que destacar el levantamiento de cartas bati-litológicas y distribuciones superficiales de temperatura y salinidad, y en los que se adquirieron ideas precisas sobre las condiciones de las aguas, hasta elevadas profundidades. Como de curiosa innovación se puede considerar el lanzamiento de *bottellas acopladas* a la deriva para el estudio de corrientes superficiales en la última campaña mencionada y la realización de una estación de 24 horas llevada a cabo en la



|3| Botella de bronce utilizada a bordo del buque oceanográfico *Lacaze Duthiers*.

|4| Botella oceanográfica de bronce utilizada a bordo del buque oceanográfico *Lacaze Duthiers*.



A BORDO DEL
'LACAZE
DUTHIERS' SE
LLEVARON A CABO
CAMPAÑAS
OCEANOGRÁFICAS
A LO LARGO DE
LAS COSTAS DE
BALEARES Y EN
LA COSTA
MEDITERRÁNEA
DE MARRUECOS,
ENTRE 1908 Y 1910



campana de Algeciras en 1922.

En estos primeros años, a falta de observaciones directas, la dinámica marina se fue revelando secundariamente a través de los datos térmicos y de salinidad, surgiendo de esta manera los primeros esquemas de circulación en la bahía de Palma (Navarro, 1931). El estudio posterior de estos datos puso de manifiesto la presencia de ondas internas durante la época de estratificación térmica estival, pudiéndose contar para su verificación con un termógrafo submarino Idrac, con registro semanal, que fue empleado en la bahía de Palma durante julio de 1933. A partir de esta experiencia, la presencia de ondas internas fue reconocida sobre datos tomados en la bahía de Algeciras en 1922 y en los de otras campañas.

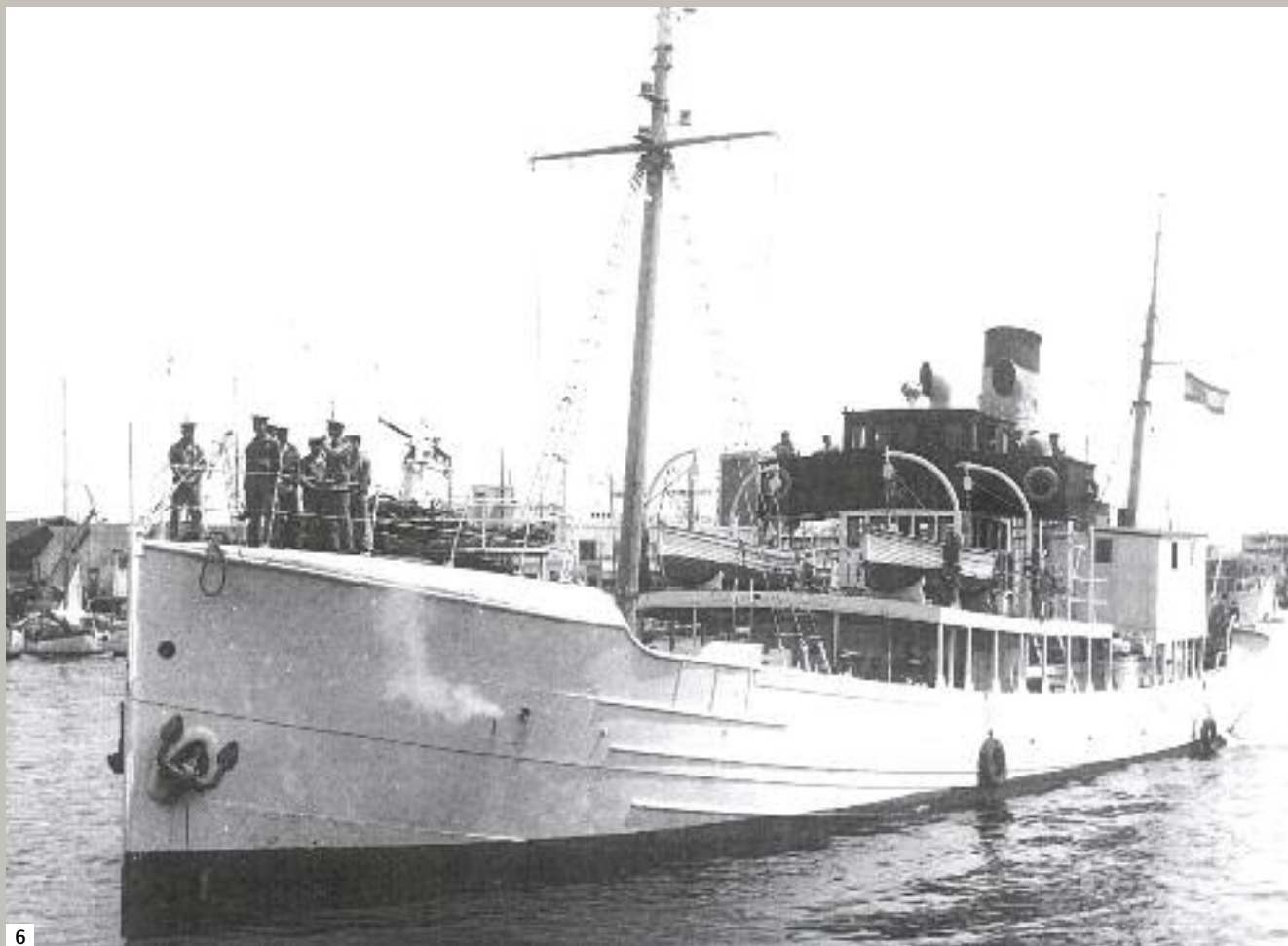
Las aguas de mar abierto y el guardapescas *Xauen*

La actividad oceanográfica en el mar estuvo asociada durante un larguísimo periodo al concurso del guardapescas *Xauen*, que comenzó en 1929 con una campaña en el estrecho de Gibraltar y la bahía de Algeciras, seguida posteriormente, en 1930, con dos campañas en el Estrecho, en las que colaboró Francisco de Paula

LA DINÁMICA MARINA SE FUE REVELANDO A TRAVÉS DE LOS DATOS TÉRMICOS Y DE SALINIDAD, SURGIENDO DE ESTA MANERA LOS PRIMEROS ESQUEMAS DE CIRCULACIÓN EN LA BAHÍA DE PALMA

Navarro, director del laboratorio de Palma. En ellas se realizaron secciones entre cabo Trafalgar y cabo Espartel, Cádiz y Arcila, y la desembocadura del Guadiana y la costa Atlántica de Marruecos. Estas campañas continuaron entre 1932 y 1934 y en ellas se puso de manifiesto la presencia de aguas mediterráneas en el golfo de Cádiz, en contra de lo sostenido hasta esa fecha y presentando como novedad distribuciones verticales de temperatura y salinidad a lo largo de esas secciones. Estos estudios estaban dirigidos a determinar la posibilidad de construcción de un túnel submarino en el estrecho de Gibraltar que comunicara por vía férrea ambos continentes.

6 | El buque oceanográfico *Xauen* realizó su primera campaña oceanográfica en el estrecho de Gibraltar en 1929 y fue adscrito al IEO en 1945 hasta 1970, en que fue desguazado y sustituido por el *Cornide de Saavedra*.



6

Debemos recordar que a partir de 1932 el IEO había pasado a depender del Ministerio de Marina, en el que se había creado una Inspección de Pesca, quedando el *Xauen* adscrito a las diferentes campañas del IEO. El poder contar con este barco fue de gran utilidad, al disponer de una plataforma que permitía abrir nuevos campos de investigación.

La primera campaña realizada en aguas de Mallorca a bordo del *Xauen* se realizó en 1933, dirigida por F. de Buen, en la que se llevó a cabo un levantamiento batimétrico en la plataforma sur de Mallorca, entre Cabo Blanco y la Isla de Cabrera, complementada con muestreos de otros parámetros. Posteriormente, destacan dos campañas en aguas de la costa catalana, en 1933 y 1934, realizadas en colaboración con el Servicio Meteorológico de Cataluña, en las que se encontraron diferencias entre las aguas de plataforma y las del mar abierto, intuyendo la presencia del frente de talud, representándose las distribuciones verticales y horizontales a partir de secciones sobre la costa y en las que se sugirieron consideraciones sobre la dinámica regional, tomando como referencia los datos sobre la circulación general del Mediterráneo Occidental de Nielsen (1912), deducidos a partir de las campañas del *Dana* y del *Thor*.

LA SEGUNDA GUERRA MUNDIAL Y LA GUERRA CIVIL, CONDICIONARON EL DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN, EN GENERAL EN TODA EUROPA, PERO CON MAYOR AMPLITUD EN ESPAÑA

Sin embargo, estos trabajos, que, como vemos, estuvieron realizados de forma intermitente y sin la necesaria continuidad espacial y temporal, no permitían aún esbozar la idea de las masas de agua, su origen y distribución, que ya por esas fechas había sido apuntado por Wüst (1928) en el Atlántico.

La oceanografía de las posguerras

La Segunda Guerra Mundial y la Guerra Civil condicionaron el desarrollo de la investigación, en general, en toda Europa. Este paréntesis fue mucho más amplio en la investigación oceanográfica española, al quedar el país aislado políticamente y, por ello, al margen del Plan Marshall. En esta época son muy pocos los trabajos

sobre física o química oceanográfica que aparecen publicados en el Boletín del IEO y en otras publicaciones, siendo reflejo de la penuria económica del país, que se tradujo en una escasez total de medios, de personal y de una dirección adecuada. Como hecho destacable en esta época se tiene que señalar la creación en 1939 del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Mientras tanto, en Europa, después de la guerra, la ciencia marina recibió un gran impulso debido a numerosos avances científicos, entre los que hay que destacar el perfeccionado instrumental de navegación y de posicionamiento geográfico, los radares, las sondas acústicas y los rápidos análisis instrumentales de laboratorio. Todo ello facilitó enormemente la obtención de datos y el procesado de los datos numéricos resultantes de las diferentes investigaciones. En el caso de la oceanografía física este salto cualitativo se produce a partir del Año Geofísico Internacional de 1957, de la mano del uso generalizado de los primeros salinómetros basados en la conductividad eléctrica del agua, con el consiguiente aumento de la precisión en la medida, lo que facilitó una visión global de las principales características de las masas de agua en todos los océanos. A esto hay que unir la aparición años después de las primeras batisondas autónomas con registro en papel y el perfeccionamiento de los correntímetros mecánicos, que dieron lugar a un sinfín de estudios de todo tipo, cubriendo la práctica totalidad de los mares y océanos.

Aun así, el Mediterráneo no fue objeto de grandes campañas que lo estudiaran nuevamente en su integridad. Únicamente se llevaron a cabo las campañas francesas en los años 1957 y 1958, a partir de las cuales Furnestein y Allain, en 1960, actualizaron los conocimientos sobre la hidrología y circulación general del Mediterráneo Occidental. Dentro de los estudios hay que destacar los de Lacombe y Tchernia (1960) sobre la distribución de la salinidad de las distintas masas de agua del Mediterráneo Occidental (MEDOC), y el de Ovchinnikov (1966), que esquematizó la circulación general mediante el cálculo de alturas dinámicas, usándose en ambos casos una composición de datos de distintas fuentes.

Esta evolución científica y la aparición de nuevas líneas de investigación dieron lugar a una progresiva especialización por disciplinas, que es cada vez más marcada en el personal investigador. El investigador naturalista, con una visión multidisciplinar, va dejando paso paulatinamente al especialista, como reflejo del paso de una oceanografía descriptiva a otra en la que se pone mayor énfasis en el estudio de los diferentes procesos que se producen en el mar.

En esas fechas, la labor del laboratorio de Baleares en el campo de la física se reduce a la toma de datos hidrográficos como complemento de estudios locales de biología, y teniendo la Sección de Oceanografía Física del



| 7 | Botella oceanográfica.
| 8 | Batitermógrafo XBT.
| 9 | Botella oceanográfica Nansen con tejuela de tres termómetros.



10

| 10 | Manipulación de una serie de botellas Knudsen (dotadas de termómetros) para la obtención de muestras de agua a diferentes profundidades y conocer las temperaturas profundas (Fuente: J. Pérez-Rubín, IEO-Málaga).

IEO como objetivo principal el estudio del estrecho de Gibraltar y mares adyacentes. De ahí, las campañas del *Xauen* en la zona de Gibraltar desarrolladas entre 1947 y 1951 y las campañas biológicas complementadas con la toma de datos físico-químicos en las Baleares entre 1952 y 1954, junto con otras campañas del *Xauen* en 1956 y 1957, cuyos datos no fueron publicados. Este barco, aun dependiendo de la Marina, había sido adscrito de forma permanente a los trabajos en el mar del IEO desde 1945.

Las diferentes publicaciones que encontramos se ajustan a las capacidades científicas y medios técnicos del momento, sobresaliendo los trabajos de Edmundo Seco Serrano y Nicanor Menéndez en el estrecho de Gibraltar y mar de Alborán, y los de M^a L. González Sabariego (1951), sobre cálculos dinámicos, aplicando las ecuaciones de Sandstroem y Helland-Hansen.

La modernización y resurgimiento en los años 1960

Las primeras señales de reactivación económica del país vinieron de la mano de los Planes de Desarrollo del anterior régimen, lo cual supuso un tímido impulso para la investigación científica. Es de destacar la creación de organismos de fomento y financiación como lo fueron el Consejo Asesor de Investigación Científica y Técnica (CAICYT), en el año 1958, y posteriormente del Fondo Nacional para el Desarrollo de la Investigación Científica,

en 1964. Durante esa década, el físico del IEO Nicanor G. Menéndez fue vice-presidente del Comité de Oceanografía Física de la Comisión Internacional para la Exploración científica del Mediterráneo (CIESM), y ostentó la presidencia del mismo en el periodo de 1968 a 1970.

Las campañas francesas antes indicadas y el desarrollo del proyecto Gibraltar por la OTAN en los años 1960, junto con el estudio del mar de Alborán en 1962, en los que participó España con los barcos *Segura* y *Xauen*, supusieron un resurgir para la oceanografía física española, desarrollando estudios sobre la dinámica del Estrecho y el giro occidental del mar de Alborán. De ellos se derivan las publicaciones de E. Seco sobre la capa de velocidad cero en Alborán, las presiones dinámicas y las de aplicación de la ecuación de Margules y las de Cano y Fdez. Castillejo sobre la difusión radial. Al final de esa década se siguió trabajando en la zona y encontramos campañas del *Xauen*, durante 1968 y 1969, que dan lugar a nuevas publicaciones con la participación de los jóvenes investigadores Parrilla y Morón. Se tiene constancia de una última campaña de ese barco en aguas de Baleares, la X704-5, llevada a cabo en la primavera de 1970 bajo la dirección de M. Durán.

Probablemente esta fuera la última campaña de este entrañable barco, ya que en otros documentos figura ese año como el de su baja definitiva.

Un hecho destacable es la instalación en 1963 de un mareógrafo en el puerto de Palma. Su ubicación cambió con el tiempo y las transformaciones sufridas por el puerto, pasando de la dársena de Can Barbará al terminal del Dique del Oeste. La red de mareógrafos del IEO constaba en esas fechas de 12 aparatos ubicados en distintos puertos del país, entre los cuales se encuentran los de Ceuta, Algeciras, Málaga y Palma, la mayoría de ellos instalados en la década de los años 1940.

Para situarnos en el contexto internacional, tenemos que destacar por su importancia el proyecto MEDOC, llevado a cabo en 1969 en aguas del Golfo de León y en el que se estudiaron los procesos de formación del agua profunda (Stommel, 1972), en donde el único representante español fue G. Parrilla, que estuvo embarcado tres meses en el *Atlantis II*. Como resultado del interés despertado por estos estudios, el IEO proyectó en 1972 una campaña de invierno en el Mediterráneo Occidental para el estudio del alcance del frente termohalino de agua atlántica, las aguas septentrionales y la formación de agua profunda. Por falta de barco, se propuso la utilización del dragaminas *Eume*, iniciándose obras para la instalación de diversos equipos a bordo. No se tiene constancia de que se llevara a cabo.

La llegada de nuevos buques de investigación

Probablemente, en la década de los 1970, el reflejo más claro de las medidas de fomento de la investigación en el campo de la oceanografía se manifestara con la construc-

ción de edificios nuevos para distintos laboratorios, entre ellos el de Palma (1973), y con la entrada en servicio de nuevos buques de investigación.

Así, en 1972 se produjo la entrada en servicio del *Cornide de Saavedra*, dependiente de la SGPM, con el que se abrieron nuevas perspectivas. Su participación en las campañas internacionales desarrolladas en el Banco Sahariano (1973), dirigidas por los investigadores Bas y Margalef, dentro del proyecto CINECA, supuso un nuevo punto de arranque. Dio lugar a un gran número de estudios de carácter multidisciplinar a lo largo del Mediterráneo español, llevados a cabo tanto por el Instituto de Investigaciones Pesqueras (IIP) como por el IEO, durante las décadas de 1970 y 1980. Dentro de esos estudios se tienen que destacar los proyectos del mar de Alborán desarrollados por el IEO, con campañas en los años 1973, 1976, 1978 y 1980, dirigidos por N. Cano, desarrollando estudios sobre la dinámica del Estrecho y los giros del mar de Alborán, y los de otras instituciones como el IIP de Barcelona, con el proyecto *Estudio de los Ecosistemas del Mediterráneo Occidental*, en el que se llevaron a cabo las campañas Mediterráneo I y II (1976 y 1977), en las que se tomaban datos multidisciplinarios y se estudió la circulación regional.

En el ámbito del Centro Oceanográfico de Baleares se ha de destacar la entrada en servicio en 1974 de una embarcación de 17 metros de eslora, el *Jafuda Cresques* que permitió llevar a cabo estudios locales como *Estudios de Oceanografía Biológica frente al litoral S y SW de la isla de Mallorca (OBM)*, durante 1975-76, centrado en el estudio de la variabilidad de parámetros medioambientales y del plancton. Éste fue seguido por el proyecto *Red de Observación del Mediterráneo Balear (ROMB)*, desarrollado en aguas del archipiélago balear (1978-79), y *Ambiente Marino del Puerto de Mahón*, desarrollado entre 1974 y 1981. En los estudios y trabajos realizados en esas fechas debemos incluir los realizados en la costa catalana previos a la puesta a punto de la central nuclear de Vandellós (1976 y 1984-85).

De esa década es también el buque de pesca experimental *Pescador*, de 24 metros de eslora y que perteneció en origen a las Cofradías de Pescadores de Baleares. Su botadura se produjo en 1973, incorporándose posteriormente a la flota del IEO, con el nombre de *Odón de Buen*, en el año 1979 y desarrollando una intensa actividad hasta la fecha.

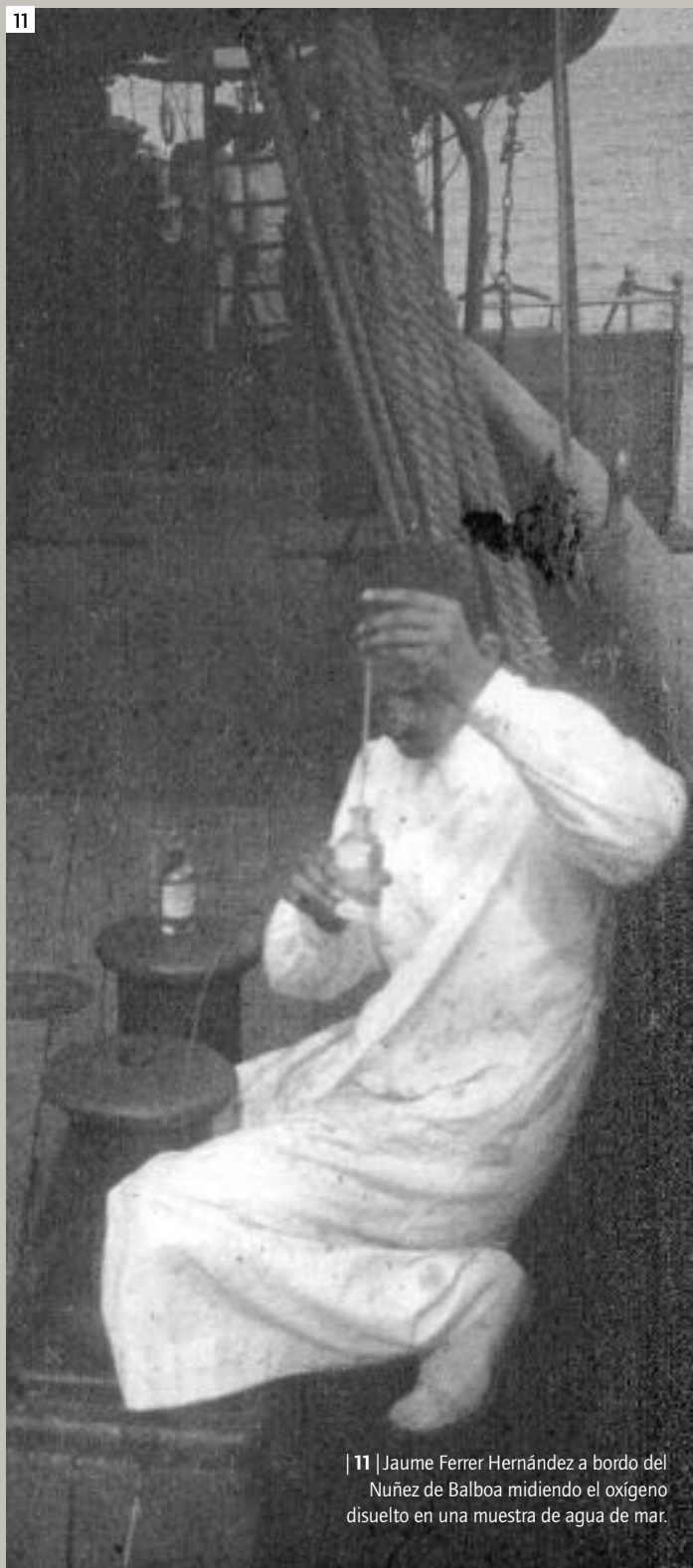
Por parte del CSIC hay que señalar la entrada en servicio en 1977 del *García del Cid*, buque que también ha desarrollado una gran actividad en el Mediterráneo, participando en un gran número de proyectos comunes de ambas instituciones.

Los Planes Cooperativos Hispano-Americanos

La década de los años 1980 estuvo marcada por los planes Cooperativos Hispano-Norteamericanos de colabo-

EN 1972 SE PRODUJO LA ENTRADA EN SERVICIO DEL 'CORNIDE DE SAAVEDRA' DEPENDIENTE DE LA SGPM, CON EL QUE SE ABRIERON NUEVAS PERSPECTIVAS

11



| 11 | Jaume Ferrer Hernández a bordo del Nuñez de Balboa midiendo el oxígeno disuelto en una muestra de agua de mar.



| 12 | El *Lacaze Duthiers* realizó en 1908 su primera campaña oceanográfica en aguas de Ibiza y fue trasladado a Málaga en 1910, donde se le dotó de motor y torno hidrográfico. Sus últimos trabajos fueron en 1925.

12

EL AÑO 1986 FUE DE GRAN IMPORTANCIA PARA LA CIENCIA DE NUESTRO PAÍS. ADEMÁS DE LA ENTRADA EN LA UE, A NIVEL NACIONAL SE PRODUCE LA APROBACIÓN DE LA LEY DE LA CIENCIA

ración científica (1978-84), que permitieron desarrollar una gran diversidad de proyectos de investigación: *Estudio oceanográfico de las Rías Bajas y sus aguas adyacentes* (J. Gomez, IEO); *Estudio de la dinámica del mar de Alborán*, y *La interacción del Estrecho con la circulación en el mar de Alborán*, más conocido por proyecto *Dónde va* (Parrilla, IEO), y el *Estudio oceanográfico de la plataforma continental del Mediterráneo español* (Castellví, Maldonado y Salat, IIP). Estos proyectos fueron un ejemplo de colaboración científica en los cuales intervinieron más de un centenar de investigadores españoles y estadounidenses, facilitando la obtención de equipamiento científico y la estancia de científicos españoles en instituciones oceanográficas estadounidenses. Entre otros materiales, facilitaron la obtención de la primera batisonda CTD Neil Brown en 1978 y la llegada del primer salinómetro de inducción Plessey al Centro de Baleares. Dentro de las publicaciones relacionadas con estos pro-

yectos hay que destacar *Oceanografía física del mar de Alborán*, de Parrilla (1987), y el trabajo de Whitehead (1985) sobre las estructuras mesoescalares en ese mar.

Además de estos proyectos se desarrollaron otros de ámbito local, principalmente en el mar de Alborán, como la *Red de Observación del Medio Marino (ROMM)*, ALSA-REV e INVERMA y, relacionado con ellos, los trabajos de J. Gil (1985). Dentro de los proyectos internacionales debemos recordar el *Gibraltar Experiment* desarrollado entre 1985 y 1986 (Bryden, Kinder, 1988). Por otro lado, en el área de las islas Baleares, la colaboración con IIP fue intensa tanto en los proyectos cooperativos antes mencionados como en el desarrollo de los proyectos multidisciplinarios *Sistema Nerítico Balear* y *Oceanografía y Producción pesquera en el Archipiélago Balear*, propiciados por el investigador F. Vives, llevándose a cabo entre 1985 y 1988 las campañas Baleares (I-VIII), alrededor de las islas, con el concurso del *García del Cid*. De los resultados de estas campañas y anteriores se verificó la importancia que tenían los canales entre las islas Baleares en la circulación regional y general del Mediterráneo Occidental, surgiendo diferentes proyectos financiados por el IEO para estudiarlos: *Canal de Ibiza* (1990-91) y *Canales de Ibiza y Mallorca* (1992-93). En este último se adquirió por primera vez una batisonda autocontenida (SBE25) y se mantuvo un fondeo de correntímetros en el canal de Ibiza. A finales de los años 1990 se llevaron a cabo medidas de corrientes en la bahía de Palma y en la de Alcudia en 1993 y 1994. En colaboración con la Universidad de las Islas Baleares (UIB) se realizó una campaña en 1992 para validar un modelo de circulación marina sobre la plataforma sur de Mallorca (Werner, 1993). En el periodo 1989 al 1993 estuvo funcionando un mareógrafo del IEO en el puerto de Ciutadella.

Los grandes proyectos interdisciplinares

El año 1986 fue de gran importancia para la ciencia de nuestro país. En este año no solamente se entra a formar parte de la Unión Europea, sino que a nivel nacional se produce la aprobación de la *Ley de la Ciencia*, en la que se establece el Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico para el fomento y la coordinación general de la investigación científica y técnica que corresponde al Estado, y se crea la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) como órgano de planificación, coordinación y seguimiento de este Plan Nacional. A partir de ese año y en los sucesivos, la investigación oceanográfica tiene abiertas dos nuevas vías de financiación para los diferentes proyectos de investigación y para la compra y puesta a punto de grandes equipamientos. La primera, el Plan Nacional (PN), y la segunda, los Programas Marco, financiados por la Comisión Europea (UE), caracterizándose esta nueva etapa por las colaboraciones entre instituciones a nivel nacional e internacional exigidas por ambos planes.

EL PROYECTO INTERNACIONAL GLOBAL OCEAN OBSERVING SYSTEM (GOOS), CON SU COMPONENTE MEDITERRÁNEA MEDGOOS, PRETENDE ESTABLECER UN SISTEMA DE OBSERVACIÓN OCEÁNICA DE ESTA REGIÓN Y GLOBAL

En estas circunstancias, se empieza a afrontar una gran diversidad de proyectos de investigación en el campo de la oceanografía física y en el estudio de procesos multidisciplinarios en el Mediterráneo, abordados por las instituciones ya existentes y a las que se les suman las universidades. Entre estos proyectos de física, en los que interviene el IEO, cabe destacar estudios sobre la variabilidad de mesoescala desarrollados en INTERMESO (Tintoré, PN, 1995-98) y MATER (Font, UE, 1996-99), velocidades verticales en OMEGA (UE, Tintoré, 1996-99), y sobre oscilaciones extraordinarias del nivel del mar en RISSAGUES (Montserrat, PN, 1996-98) que se llevan a cabo en colaboración con otras instituciones, como la UIB, CSIC, IMEDEA, Universidad de Cantabria, etc. Fuera de esta área, el IEO participó en estudios sobre la dinámica del estrecho de Gibraltar y mar de Alborán, desarrollados dentro del proyecto europeo CANIGO, y sobre variabilidad de las corrientes y del nivel del mar en el proyecto MARCOMA (García Lafuente PN, UE). Entre los proyectos multidisciplinarios cabría destacar, entre otros, el *Estudio de la distribución larvaria del Atún Rojo y especies afines en función de las condiciones hidrodinámicas*, proyecto TUNIBAL (PN, Alemany, 2004-06), desarrollado en colaboración con IEO, UIB e IMEDEA; el proyecto IDEA que estudiaba la influencia de la hidrodinámica en las poblaciones demersales de las islas Baleares (Massutí, PN, 2002-2004), realizado en colaboración con UIB, IMEDEA, y UC; y el proyecto EFLUBIO que estudió los *blooms* de plancton primaverales y el frente Nor-Balear (CSIC, UB, IEO). Dentro de las publicaciones relacionadas con estos proyectos hay que destacar Tintoré et al. (1991), Montserrat et al. (1998), Pinot et al. (2002), Vélez-Belchi et al. (2005).

El Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) aparece en el campus de la UIB en 1986, reestructurándose profundamente en 1995. Una de sus líneas de actuación son las ciencias marinas, en la cual trabaja activamente desarrollando proyectos multidisciplinarios en el ámbito de las islas y tecnología marina.

En el transcurso de estos años se ha producido una creciente utilización de la información proporcionada por los diferentes satélites científicos que están orbitando la Tierra. En el caso del Mediterráneo, éstos han permitido observar con claridad las características más sobresalientes de la circulación de este mar, como son las *estructu-*

ras mesoescalares o los *blooms* fitoplanctónicos primaverales. Las instituciones isleñas han participado en la puesta a punto de alguno de los sensores que equipan estos satélites (microondas, altímetros, radares, etc). La UIB y el IMEDEA participaron en la calibración de los sensores del satélite TOPEX POSEIDON y actualmente se está a la espera de la puesta en órbita de un satélite de la Agencia Espacial Europea con el que se pretende, entre otros objetivos, conseguir un algoritmo que permita determinar la salinidad superficial del mar. En este proyecto denominado MIDAS participan la mayoría de las instituciones baleares, así como también en proyectos de observación del mar a nivel global, como SOFARGOS, ALGERS y GYROSCOPE, basados en la transmisión de datos de boyas lagrangianas vía satélite.

La globalización también se refleja en la oceanografía. El proyecto internacional *Global Ocean Observing System (GOOS)*, con su componente mediterránea *MedGOOS*, pretende establecer un sistema de observación oceánica de esta región y global, de forma que se pueda predecir las situaciones del tiempo oceánico tal como se predice el tiempo atmosférico. En este sentido el proyecto *MAMA*, en el que participó el IEO, pretendía concienciar a las autoridades e instituciones públicas de los estados ribereños y a los ciudadanos de la necesidad de esta información y de la implementación del sistema. Proyectos como el EUROMODEL y *Mediterranean Forecasting System (MFS)* y posteriores (MFSTEP) demostraron la viabilidad de las previsiones a corto plazo en el Mediterráneo y actualmente el proyecto *MOON* persigue esos mismos fines.

La otra gran componente de los estudios a nivel global son los estudios sobre los efectos del cambio climático. El IEO participa en estos estudios a partir de las series históricas propias de datos oceanográficos iniciadas en la década de los años 1990, los proyectos ECOBALEARES, ECOMALAGA, ECOMURCIA, el estudio de la *Circulación regional en las aguas de las islas (CIRBAL)*, y de cualquier evidencia en la que se vea reflejado alguno de estos efectos, como la observación y seguimiento de la anomalía



13 | Mapa con la ubicación de las estaciones de muestreo de las campañas de Núñez de Balboa en el Mediterráneo español.

termo-salina en las aguas profundas (López-Jurado, 2005) y los estudios de tendencias de las variables oceanográficas llevados a cabo por Vargas Yáñez (2007). A día de hoy, estos proyectos se han integrado en uno único, denominado *Series temporales de datos oceanográficos en el Mediterráneo* (RADMED), en el que se realiza un seguimiento de las principales variables físicas, químicas y biológicas a lo largo del Mediterráneo español. Debiendo resaltar en estos estudios climáticos la importancia de la red de mareógrafos y el hecho de que la estación de Palma esté incluida en el *European Sea Level Service* (ESEAS), al objeto de cuantificar los cambios potenciales del nivel medio del mar.

Perspectivas actuales

La consecución de los objetivos del MedGOOS pasa por la creación de sistemas de observación oceánica regionales y nacionales, integrados en una red mediterránea y en la creación de bancos de datos comunes que permitan el análisis con vistas a la predicción. Este nuevo uso de datos, dentro del nuevo concepto *Oceanografía Operacional* (OO), es el que se aplica en el proyecto RADMED antes mencionado y en el registro de las series temporales que mantiene el IEO en el Atlántico a la que se pueden añadir los datos de la red de mareógrafos.

La política de nuevas construcciones de buques oceanográficos, iniciada en 1991 con la entrega del buque polar *Hespérides*, ha mejorado sensiblemente las posibili-

LA COLABORACIÓN ENTRE LAS INSTITUCIONES, LAS FACILIDADES DE MOVILIDAD DEL PERSONAL INVESTIGADOR Y LAS NUEVAS LÍNEAS DE FINANCIACIÓN PARECEN PROPICIAR UN DESARROLLO ALENTADOR PARA NUESTRA OCEANOGRAFÍA

dades de nuestra investigación. Recientemente la SGPM ha botado tres nuevos buques: el *Vizconde de Eza*, en 2001; el *Emma Bardán*, en 2006 y el *Miguel Oliver*, en 2007. Por su parte el CSIC ha recepcionado en 2006 el *Sarmiento de Gamboa* y el IEO tiene en cartera dos nuevas unidades de 40 metros de eslora, el *Ramón Margalef* de próxima entrega y el *M. Alvarinho* con la quilla puesta en la grada del astillero.

La normativa europea sobre el control de las aguas litorales recomienda el estudio de las aguas de las plataformas continentales e insulares de los países miembros. A raíz de esta normativa se han creado diversos organismos en las diferentes comunidades autónomas para su estudio. Con este fin, la Comunidad Balear ha creado, a finales del 2007, una plataforma científico-tecnológica, denominada *Sistema de Observación Costera de las Islas Baleares* (SOCIB), la cual estará financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC) y el Govern Balear, y que nace con la misión de constituirse en una plataforma tecnológica de observación marina, que empleará recursos como sensores, boyas y submarinos robot, para observar la temperatura, salinidad, calidad del fondo, sedimentos, vida marina y granulometría en las playas. Todo ello con una finalidad clara más allá de la creación de un banco de datos, a disposición de investigadores y de empresas privadas, que es el desarrollo a partir de esos resultados, de modelos de predicción que incidirán en aspectos tan concretos como la pérdida de arena de una playa, la predicción de las *rissagas* y de los *tsunamis*. Cabe señalar que el SOCIB contará además con la colaboración de otras tres instituciones de las islas especializadas en las ciencias marinas, la Universidad de las Illes Balears (UIB), el Instituto Mediterráneo de Estudios Avanzados (IMEDEA) y el Instituto Español de Oceanografía (IEO).

Como vemos, en este año 2011 la investigación oceanográfica parece contar con los instrumentos necesarios para poder desarrollar una labor eficaz. A su vez, la cada vez mayor colaboración entre las instituciones nacionales y europeas, las facilidades de movilidad del personal investigador y las nuevas líneas de financiación parecen propiciar un desarrollo alentador para nuestra oceanografía. •



| 14 | Mareógrafo de tierra para medir el nivel del mar, instalado en el dique del Oeste de Palma de Mallorca desde 1963 hasta 1976.